UFAC/Curso de Engenharia Civil
Disciplinas: CCET 321 Mecânica dos Fluidos
Prof. Marconi Gomes de Oliveira
Ensino Presencial 2022 – **1ª LISTA DE EXERCÍCIOS (Estática dos Fluidos)**
(Livro: Mecânica dos Fluidos - fundamentos e aplicação - Autores: Yunus A. Çengel e John M. Cimbala)

1. A água de um tanque é pressurizada à ar e a pressão é medida por um manômetro de vários fluidos, como mostra a figura P3-8. Determine a pressão manométrica do ar no tanque.

2. A carga de 500 kg do macaco hidráulico, mostrado na figura P3-36 deve ser elevada despejando-se óleo (massa específica 880 kg/m³) dentro de um tubo fino. Determine quão alto *h* deve ser para começar a elevar o peso.

3. Duas câmaras com o mesmo fluido na base estão separadas por um pistão com peso 25 N, como mostra a figura P3-39. Calcule as pressões manométricas das câmaras *A* e *B*.

4. Considere um manômetro de fluido duplo, preso a um tubo de ar mostrado na figura P3-40. Se a gravidade específica (densidade) de um fluido for 13,55, determine a gravidade específica (densidade) do outro fluido para a pressão absoluta indicada do ar. Tome a pressão atmosférica como 100 kPa.

5. A diferença de pressão entre um tubo de óleo e um tubo de água é medida por um manômetro de fluido duplo, como mostra a figura P3-41. Para as alturas de fluido e gravidades específicas (densidades) dadas, calcule a diferença de pressão $\Delta P = P_B - P_A$.

6. Um contêiner com vários fluidos está conectado a um tubo em U, como mostra a figura P3-44. Para as gravidades específicas (densidades) e alturas de coluna de fluido dadas, determine a pressão manométrica em *A*. Determine também a altura de uma coluna de mercúrio que criaria a mesma pressão em *A*.

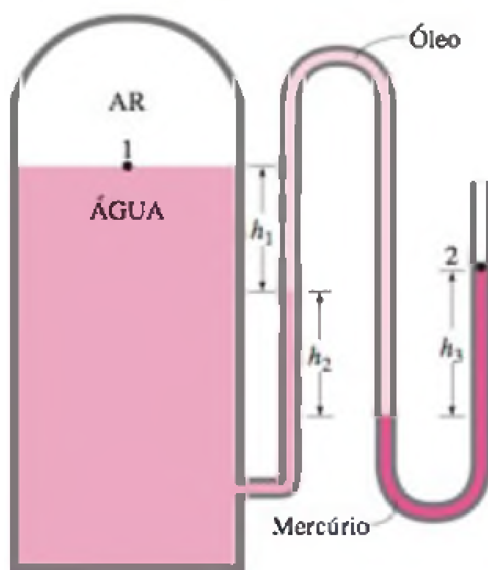


FIGURA P3–8

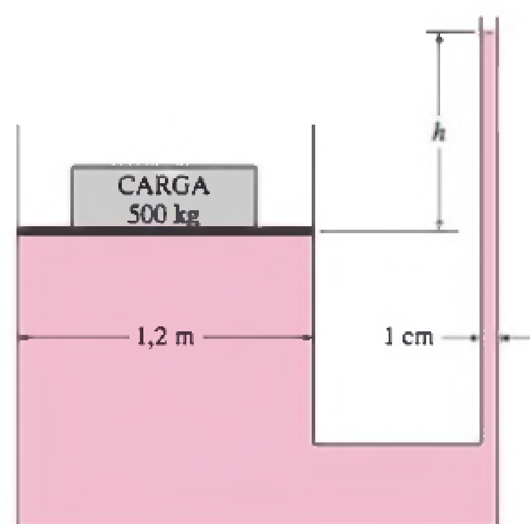


FIGURA P3–36

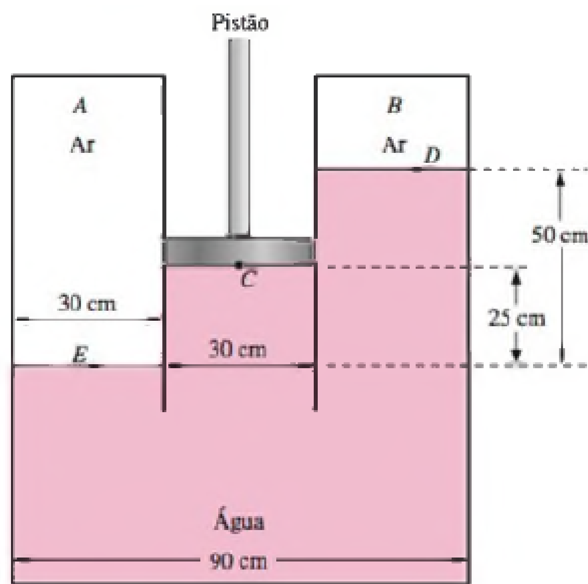


FIGURA P3–39

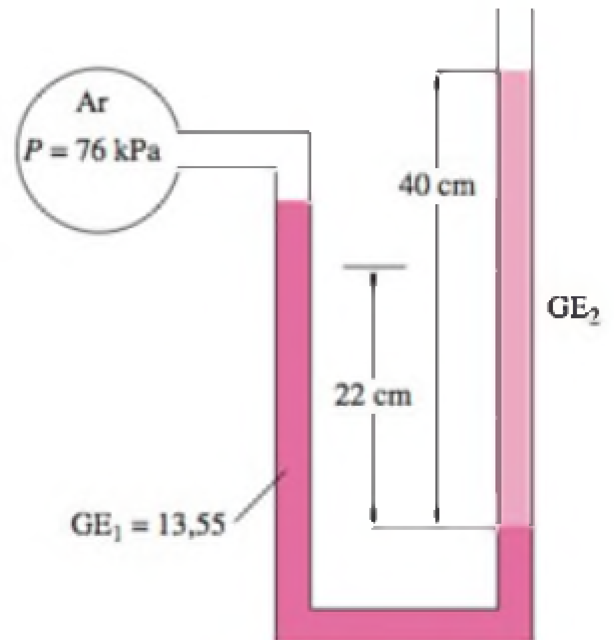


FIGURA P3–40

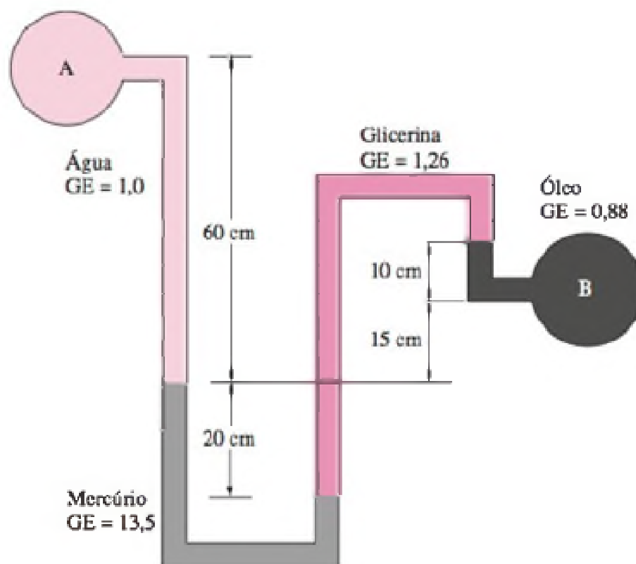


FIGURA P3–41

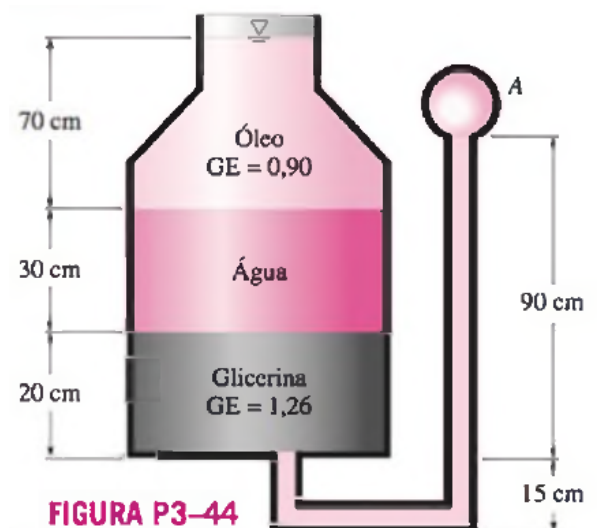


FIGURA P3–44

1. A água de um tanque é pressurizada à ar e a pressão é medida por um manômetro de vários fluidos, como mostra a figura P3-8. Determine a pressão manométrica do ar no tanque.

CONVENÇÃO:

- CAMINHANDO NO SENTIDO DA GRAVIDADE → (+)
- CAMINHANDO CONTRÁRIO À GRAVIDADE → (−)

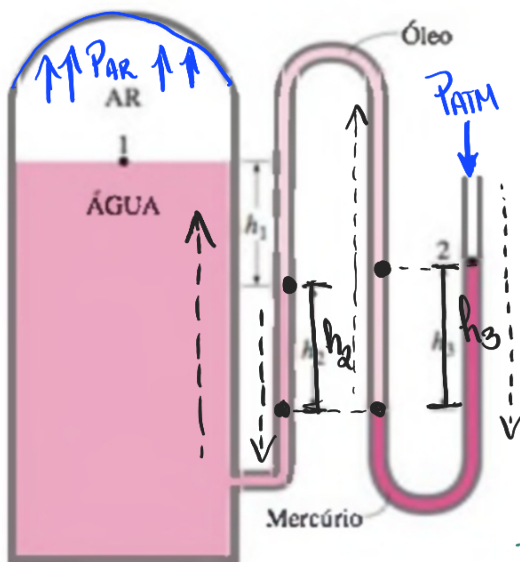


FIGURA P3-8

(SENTIDO DO LÍQUIDO)

$$P_{ATM} + \rho_{MERC} \cdot g \cdot h_3 - \rho_{ÓLEO} \cdot g \cdot h_2 - \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_1 - P_{AR} = 0$$

$$\Rightarrow P_{AR} = P_{ATM} + \rho_{MERC} \cdot g \cdot h_3 - \rho_{ÓLEO} \cdot g \cdot h_2 - \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_1$$

$$\therefore P_{AR} = P_{ATM} + g \cdot (\rho_{MERC} \cdot h_3 - \rho_{ÓLEO} \cdot h_2 - \rho_{H_2O} \cdot h_1)$$

2. A carga de 500 kg do macaco hidráulico, mostrado na figura P3-36 deve ser elevada despejando-se óleo (massa específica 880 kg/m³) dentro de um tubo fino. Determine quão alto *h* deve ser para começar a elevar o peso.

↳ CILÍNDRICO

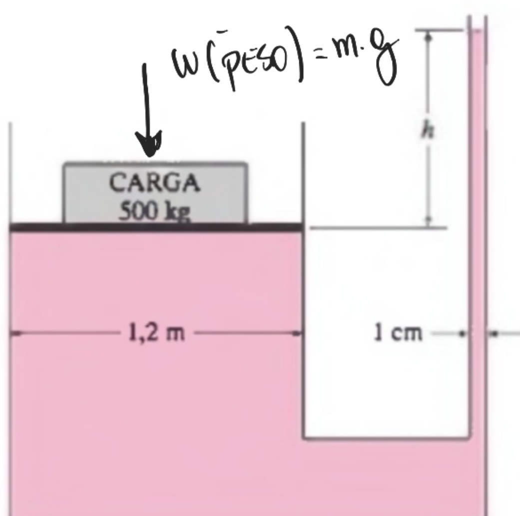


FIGURA P3-36 $\rho_{ÓLEO} = 880\,kg/m^3$

SABEMOS QUE, POR DEFINIÇÃO

$$\text{PRESSÃO} = \frac{\text{FORÇA}}{\text{ÁREA}} \Rightarrow P = \frac{W}{A}$$ (W → PESO)

$$\Rightarrow P = \frac{m \cdot g}{\pi \cdot R^2} = \frac{m \cdot g}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{m \cdot g}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}}$$

↳ $D = 2R$

$\therefore R = \frac{D}{2}$

OU SEJA,

$$P = \frac{4\,m \cdot g}{\pi \cdot D^2}$$

Aplicando os dados da questão, temos

$$P = \frac{4.500 \cdot 9{,}81}{\pi \cdot (1{,}2)^2} = 4336{,}97\ Pa = 4{,}34\ kPa \quad \therefore \boxed{P = 4{,}34\ kPa}$$

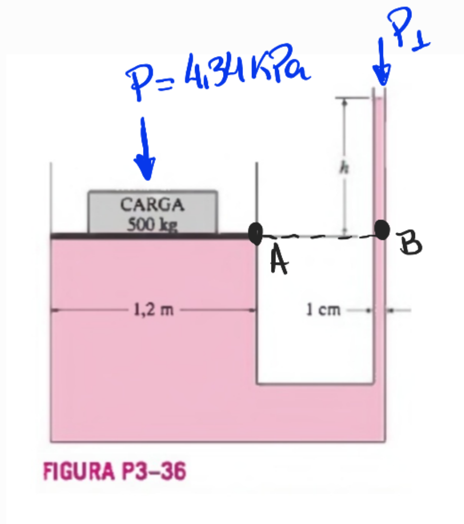


FIGURA P3–36

Pela Lei de Pascal sabemos que a pressão em A será igual à pressão em B

$$P_A = P_B \Rightarrow P = P_1 \Rightarrow P = \rho \cdot g \cdot h$$

$$\Rightarrow 4336{,}97 = 880 \cdot 9{,}81 \cdot h$$

$$\Rightarrow h = \frac{4336{,}97}{880 \cdot 9{,}81} = 0{,}502\ m$$

$$\therefore \boxed{h = 0{,}502\ m}$$

3. Duas câmaras com o mesmo fluido na base estão separadas por um pistão com peso 25 N, como mostra a figura P3-39. Calcule as pressões manométricas das câmaras *A* e *B*.

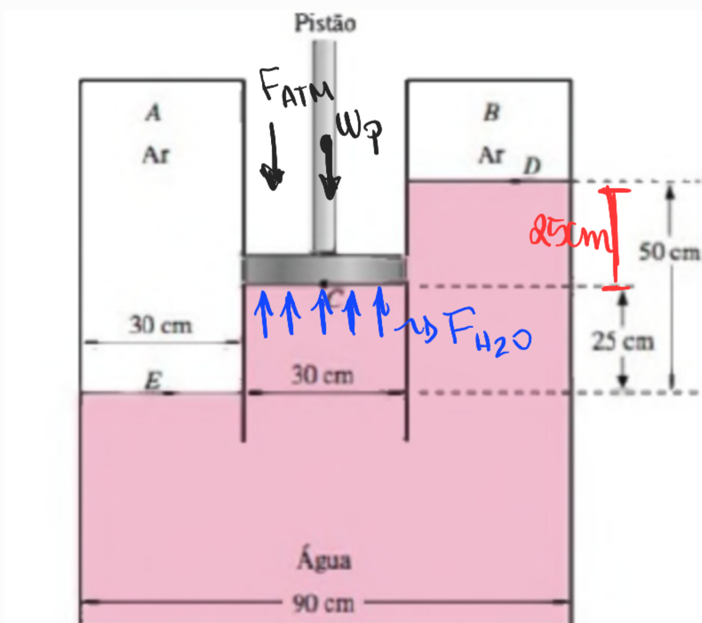


FIGURA P3–39

Obs.: Densidade da H_2O: $\rho = 1000\ kg/m^3$

Perceba que há, no pistão, uma força líquida agindo em sua face, a força atmosférica e, por fim, seu peso próprio

$$\downarrow \oplus \sum F_y = 0 \Rightarrow F_{ATM} + W_P - F_{H_2O} = 0$$

$$\Rightarrow F_{H_2O} = F_{ATM} + W_P$$

$$\Rightarrow \frac{P_{H_2O} \cdot A_{pistão}}{A_{pistão}} = \frac{P_{ATM} \cdot A_{pistão} + W_P}{A_{pistão}}$$

$$\Rightarrow \boxed{P_{H_2O} = P_{ATM} + \frac{W_{pistão}}{A_{pistão}}} \quad (3.1)$$

* PRESSÃO MANOMÉTRICA EM (A):

$$P_A = P_E = P_{H_2O} + \rho \cdot g \cdot h_{CE} \Rightarrow P_A = \cancel{P_{ATM}}^{0} + \frac{W_{pistão}}{A_{pistão}} + \rho \cdot g \cdot h_{CE}$$

P_{H_2O} ↓ PRESSÃO DO PISTÃO = PRESSÃO NO PONTO C

$\rho \cdot g \cdot h_{CE}$ ↓ PRESSÃO DO DESLOC. DA COLUNA DE ÁGUA DE $\overline{CE} = 25\,cm$

(!) COMO O PISTÃO ESTÁ EM EQUILÍBRIO

$P_{ATM} = 0$

$$P_B = P_D = P_{H_2O} + \rho \cdot g \cdot h_{CD} \Rightarrow P_B = \cancel{P_{ATM}}^{0} + \frac{W_{pistão}}{A_{pistão}} - \rho \cdot g \cdot h_{CD}$$

ATENÇÃO!

APLICANDO OS DADOS, TEMOS

$$P_A = \frac{25}{\frac{\pi \cdot (0,3)^2}{4}} + 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,25 = 2806\ Pa \therefore \boxed{P_A = 2,81\ kPa}$$

$$P_B = \frac{25}{\frac{\pi \cdot (0,3)^2}{4}} - 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,25 = -2099\ Pa \therefore \boxed{P_B = -2,10\ kPa}$$

(!) PARA ENTENDER O SINAL NEGATIVO BASTA PENSAR NA MOVIMENTAÇÃO DO LÍQUIDO QUANDO O PISTÃO FOR ACIONADO

* $\overline{CE}$ → O LÍQUIDO MOVIMENTARÁ A FAVOR DA GRAVIDADE ⇒ (+)
* $\overline{CD}$ → O LÍQUIDO MOVIMENTARÁ CONTRÁRIO A GRAVIDADE ⇒ (−)

4. Considere um manômetro de fluido duplo, preso a um tubo de ar mostrado na figura P3-40. Se a gravidade específica (densidade) de um fluido for 13,55, determine a gravidade específica (densidade) do outro fluido para a pressão absoluta indicada do ar. Tome a pressão atmosférica como 100 kPa.

$\downarrow P_{ATM} = 100 \text{ kPa} = 100000 \text{ Pa}$

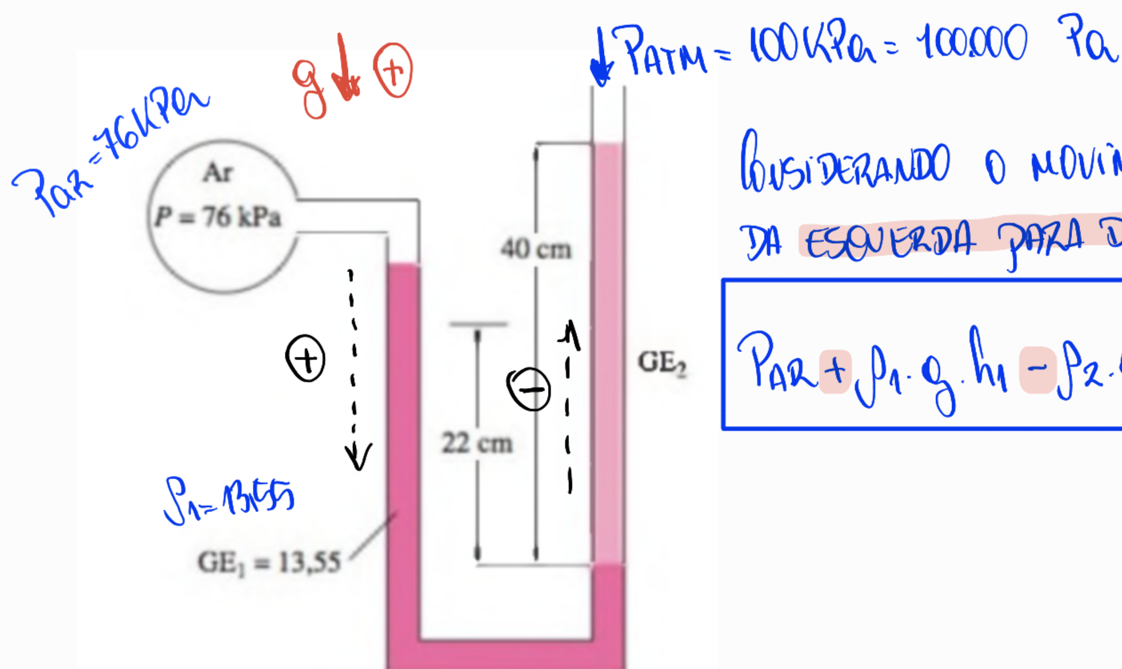


FIGURA P3–40

Considerando o movimento do fluido da esquerda para direita, temos

$$P_{AR} + \rho_1 \cdot g \cdot h_1 - \rho_2 \cdot g \cdot h_2 = P_{ATM}$$

Ou seja,

$$P_{AR} - P_{ATM} = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 - \rho_1 \cdot g \cdot h_1$$

$$\Rightarrow 76 - 100 = \rho_2 \cdot 9,81 \cdot 0,40 - 13,55 \cdot 9,81 \cdot 0,22$$

$$\Rightarrow \frac{-24 + 13,55 \cdot 9,81 \cdot 0,22}{9,81 \cdot 0,40} = \rho_2 \therefore \boxed{\rho_2 = 1,34}$$

5. A diferença de pressão entre um tubo de óleo e um tubo de água é medida por um manômetro de fluido duplo, como mostra a figura P3-41. Para as alturas de fluido e gravidades específicas (densidades) dadas, calcule a diferença de pressão $\Delta P = P_B - P_A$.

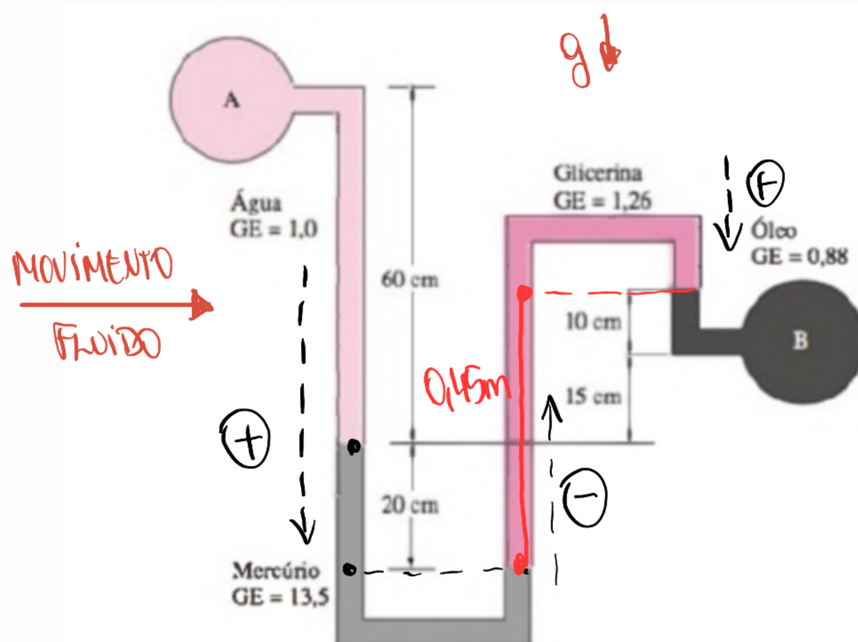


FIGURA P3–41

CAMINHANDO DA ESQUERDA P/ DIREITA E CONSIDERANDO A GRAVIDADE P/ BAIXO COMO (+), TEMOS:

$$P_A + \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_{H_2O} + \rho_{MERC} \cdot g \cdot h_{MERC} - \rho_{GLI} \cdot g \cdot h_{GLI} + \rho_{óleo} \cdot g \cdot h_{óleo} = P_B$$

$$\Rightarrow P_B - P_A = \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_{H_2O} + \rho_{MERC} \cdot g \cdot h_{MERC} - \rho_{GLI} \cdot g \cdot h_{GLI} + \rho_{óleo} \cdot g \cdot h_{óleo}$$

$$\Rightarrow P_B - P_A = 1{,}0 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}60 + 13{,}5 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}20 - 1{,}26 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}45 + 0{,}88 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}10$$

$$\Rightarrow \boxed{P_B - P_A = 27{,}67 \text{ KPa}}$$

6. Um contêiner com vários fluidos está conectado a um tubo em U, como mostra a figura P3-44. Para as gravidades específicas (densidades) e alturas de coluna de fluido dadas, determine a pressão manométrica em *A*. Determine também a altura de uma coluna de mercúrio que criaria a mesma pressão em *A*.

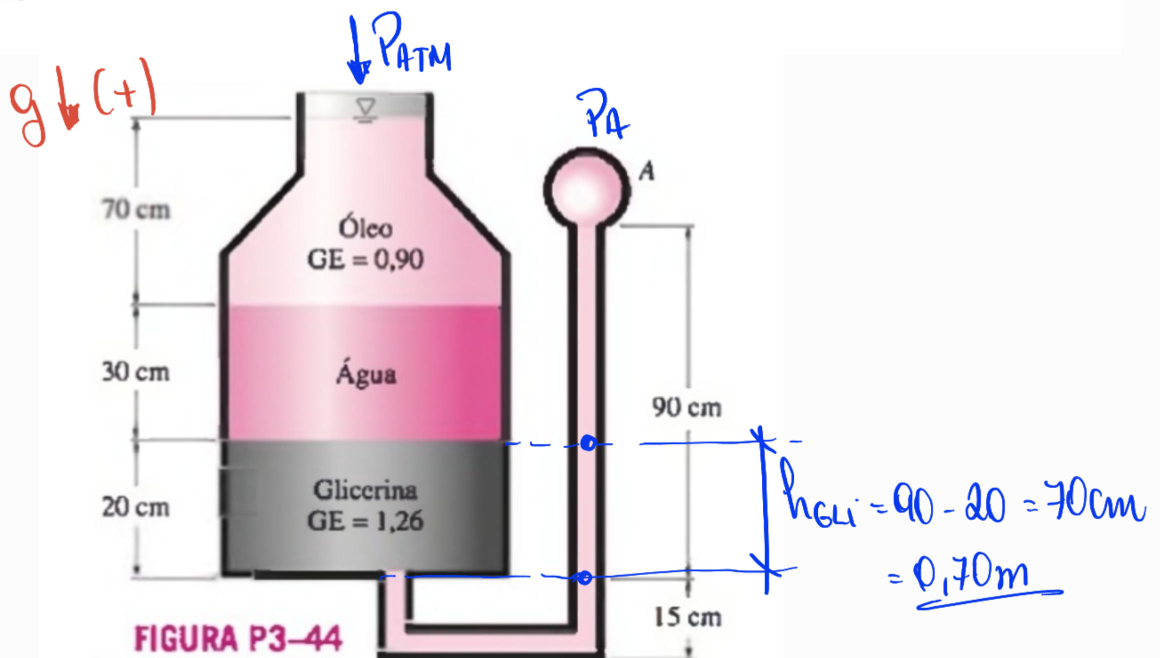


FIGURA P3–44

$$P_{ATM} + \rho_{óleo} \cdot g \cdot h_{óleo} + \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_{H_2O} - \rho_{GLI} \cdot g \cdot h_{GLI} = P_A$$

$$\Rightarrow \underbrace{P_A - P_{ATM}}_{P_{MANOMÉTRICA}} = g \cdot (\rho_{óleo} \cdot h_{óleo} + \rho_{H_2O} \cdot h_{H_2O} - \rho_{GLI} \cdot h_{GLI})$$

$$\Rightarrow P_{MAN_A} = g \cdot (\rho_{óleo} \cdot h_{óleo} + \rho_{H_2O} \cdot h_{H_2O} - \rho_{GLI} \cdot h_{GLI})$$

$$\Rightarrow P_{MAN_A} = 9{,}81 \cdot (0{,}90 \cdot 0{,}70 + 1{,}00 \cdot 0{,}3 - 1{,}26 \cdot 0{,}70) = 0{,}471 \text{ KPa}$$

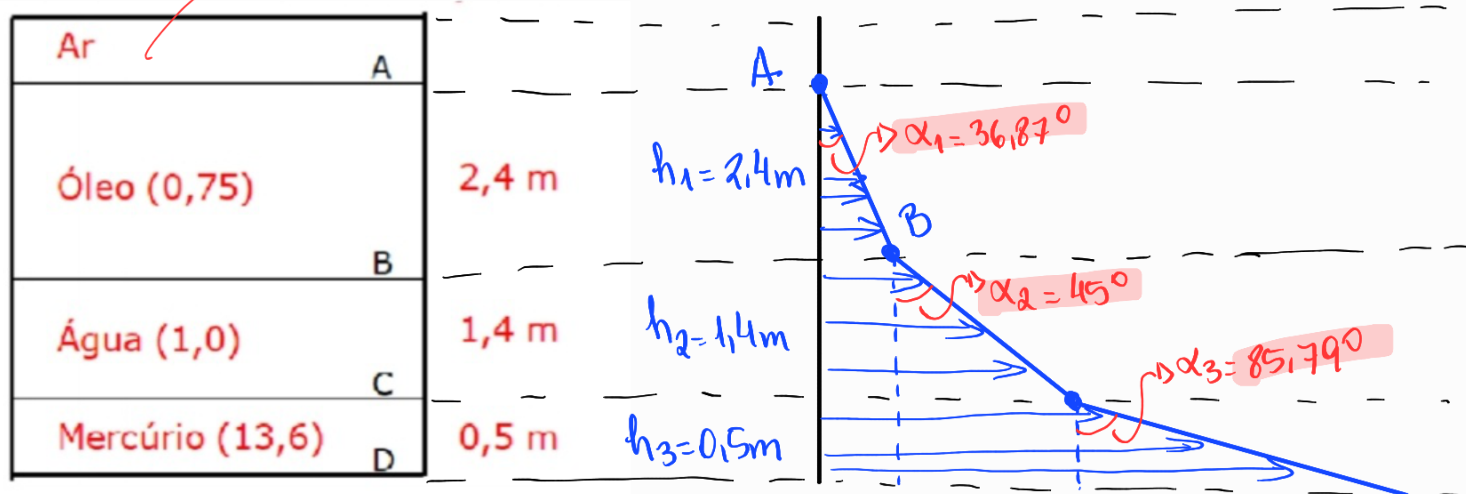
$$\therefore \boxed{P_{MAN_A} = 0,471 \text{ KPa}}$$

VERIFICANDO QUAL ALTURA DE MÉRCURIO RESULTARIA NESSA MESMA PRESSÃO TEMOS

$$P_{MAN_A} = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} \Rightarrow h_{Hg} = \frac{P_{MAN_A}}{\rho_{Hg} \cdot g} = \frac{0,471}{13,6 \cdot 9,81} = 0,00353 \text{ m}$$

$$\therefore \boxed{h_{Hg} = 0,353 \text{ cm}}$$

EXERCÍCIO 11 -> SLIDE



* $Tg(\alpha_1) = \rho_1 \Rightarrow Tg(\alpha_1) = 0,75 \Rightarrow \alpha_1 = \text{arctg}(0,75) = 36,87^\circ$
* $Tg(\alpha_2) = \rho_2 \Rightarrow Tg(\alpha_2) = 1,0 \Rightarrow \alpha_2 = \text{arctg}(1,0) = 45^\circ$
* $Tg(\alpha_3) = \rho_3 \Rightarrow Tg(\alpha_3) = 13,6 \Rightarrow \alpha_3 = \text{arctg}(13,6) = 85,79^\circ$